

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-87758

(43) 公開日 平成8年(1996)4月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/09

識別記号

庁内整理番号

C 9368-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平6-218973

(22) 出願日 平成6年(1994)9月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 志村 啓

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 佐藤 裕治

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社東芝柳町工場内

(72) 発明者 田中 政彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

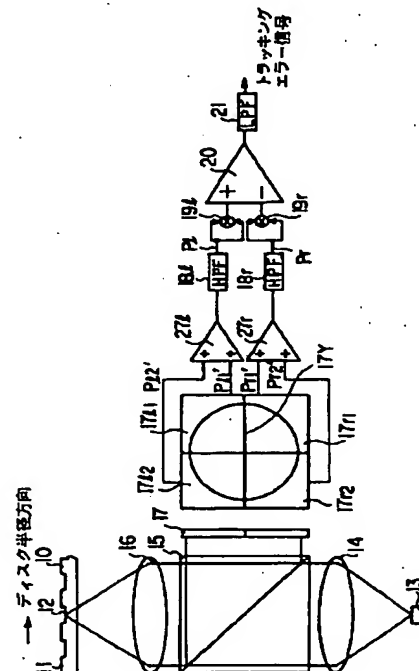
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 狭トラックピッチの光ディスクに対しても対物レンズの移動や光ディスクの傾きなどによるオフセットが小さく、安定にトラッキング制御ができるトラッキングエラー検出系を備えた光ディスク装置を提供する。

【構成】 光ディスク10の記録面11に光源13からの光を対物レンズ16により光スポットとして照射し、光ディスク10からの反射光を光検出器17で検出してトラッキングエラー信号を生成する光ディスク装置において、受光領域が光検出器17としてトラック方向に沿った第1の分割線およびこれと直交する第2の分割線により分割された4分割光検出器を用い、この光検出器17の4つの出力信号からハイパスフィルタ181, 18rを用いてオフセット成分を含む低周波数領域の信号成分を除去し、乗算器191, 19rと減算器20により演算処理を行ってトラッキングエラー信号を生成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った第 1 の分割線および該第 1 の分割線とほぼ直交する第 2 の分割線により 4 分割された受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれ加算処理、ハイパスフィルタ処理および乗算処理を施した 2 つの信号の差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 2】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った第 1 の分割線および該第 1 の分割線とほぼ直交する第 2 の分割線により 4 分割された受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および乗算処理を施した 2 つの信号の差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 3】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った第 1 の分割線および該第 1 の分割線とほぼ直交する第 2 の分割線により 4 分割された受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および各々の最高繰り返し周波数成分の位相を合わせて乗算する乗算処理を施した 2 つの信号の差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

2

【請求項 4】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った第 1 の分割線および該第 1 の分割線とほぼ直交する第 2 の分割線により 4 分割された受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域の出力信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および 2 値化処理の後排他的論理和をとった 2 つの信号の差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 5】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

情報トラックを有する光ディスクの情報記録面に光スポットを照射する光照射手段と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った分割線により分割された第 1 および第 2 の受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 および第 2 の受光領域の出力信号に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および 2 乗演算処理を施した 2 つの信号に差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 6】 光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの記録面に集束させて情報トラック上に光スポットとして照射する光学系と、

情報トラックを有する光ディスクの情報記録面に光スポットを照射する光照射手段と、

受光面が前記光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った分割線により分割された第 1 および第 2 の受光領域を有し、前記光ディスクからの反射光を検出する光検出器と、

この光検出器の前記第 1 および第 2 の受光領域の出力信号に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および絶対値演算処理を施した 2 つの信号の差を前記情報トラックに対する前記光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成する手段とを具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 7】 前記ハイパスフィルタ処理に、トラッキング制御帯域内の信号を十分減衰させる特性を持つハイパスフィルタ、あるいはカットオフ周波数がほぼトラッキング制御帯域以下で少なくとも前記光ディスクの回転数

3

の周波数成分を十分減衰させる特性を持つハイパスフィルタを用いることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の光ディスク装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光ディスク装置に係り、特にトラッキングエラー信号の検出方式に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 一般に、光ディスクに光ビームを微小な光スポットとして照射し、その反射光を検出して再生を行う光ディスク装置では、光スポットを光ディスク上の情報トラックに正確に追従させるトラッキング制御が必要であり、このためには情報トラックに対する光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号を検出する必要がある。

【0003】 従来の光ディスク装置で用いられているトラッキングエラー信号検出方式の代表的な方法の一つとして、プッシュプル法（光ディスク技術、尾上守夫監修、ラジオ技術社、p. 86）があげられる。この方法について図 21 を用いて簡単に説明する。半導体レーザ等の光源 13 から発生された光は、コリメートレンズ 14 を介して平行光束になり、ビームスプリッタ 15 に入射する。ビームスプリッタ 15 を透過した光は、対物レンズ 16 によって集光され、光ディスク 10 の情報記録面 11 上に微細な光スポットとして照射される。光ディスク 10 に照射された光は情報記録面 11 で反射され、対物レンズ 16 を通り、再びビームスプリッタ 15 に入射する。ビームスプリッタ 15 で反射された光を光検出器 22 で光電変換し、この信号から演算によりトラッキングエラーを検出する。

【0004】 光検出器 22 は、受光面が分割線 22Y により 2 つの受光領域 221 と 22r に分割されており、その分割線 22Y は光検出器 22 に投影された情報トラックの方向（以下、単に光検出器面上でのトラック方向と呼ぶ）と平行に配置されている。光ディスク 10 の情報記録面 11 に螺旋状あるいは同心円状に形成された情報トラック 12（ピット列などのマーク列、あるいは案内溝）の中心と光スポットの中心が一致していれば、2 つの受光領域 221 と 22r から得られる信号の大きさは等しいが、これらがずれた場合には、ずれた方向とずれた量に応じて 2 つの受光領域 221 と 22r から得られる信号のバランスが崩れる。したがって、2 つの受光領域 221 と 22r から得られる信号の差を差動増幅器 20 でとることでトラッキングエラー信号を検出することができる。

【0005】 このようにプッシュプル法では、2 分割の光検出器を用いる簡単な系でトラッキングエラー信号の検出ができるため、装置の低コスト化に適しており、従来から主に書換型の光ディスクで広く用いられている。プッシュプル法の問題点についても詳しく解析されてお

4

り、光ディスクの半径方向の傾きや、トラッキング動作等に伴う対物レンズの光ディスク半径方向の移動がある場合には、実際には情報トラック中心の上に光スポットがあってもトラッキングエラー信号がゼロにならないという問題点があることが知られている。このとき検出される信号はトラッキングエラー信号のオフセットと呼ばれており、このようなオフセットがトラッキングエラー信号に含まれていると、トラッキング制御をかけたときオフセットの量に応じて光スポットが情報トラックからずれた位置を通ることになる。正確な信号再生を再生するためには、このトラックずれを一定値以下に抑えなければならず、オフセットの発生量をトラッキングエラー信号の振幅に対して一定値以下にすることが必要となる。

【0006】 一方、光ディスクの記録密度を上げると考えると、トラックピッチを狭くすることが必要になるが、例えば光スポットのサイズは変えずにトラックピッチを狭くすると、光学系の分解能が低下するためにトラッキングエラー信号の振幅が低下してしまう。要するに、狭トラックピッチの光ディスクを用いる装置では、従来の問題点が更に深刻な問題となるわけである。

【0007】 この問題を解決する方法としては、制御方法を改良することで、オフセットの発生要因である対物レンズの移動（以下、対物レンズシフトという）や光ディスク傾きによって生じる光ディスクと光ピックアップの相対角度を一定値以下に抑える方法と、これらのオフセット発生要因があってもオフセットが発生しないトラッキングエラー検出方式を実現する方法の 2 種類の方法が考えられている。

【0008】 前者は主に従来とられていた解決方法である。例えば、光ピックアップの光学系に分離型の系を用いたトラッキング制御に 2 段サーボを用いて対物レンズの移動量を抑えた例や、光ピックアップの傾きを制御する機構を設け、光ディスクの傾きに合わせて光ピックアップの傾きを調整して光ディスク傾きの影響を低減した例が報告されている。しかし、これらの方法は、個別には実用化されているが、両方の機構を同時に実現することは難しく、また、同時に実現できたとしても条件のきびしい狭いトラックピッチの光ディスクには対応することは難しい。

【0009】 後者の方法については、プッシュプル方式とヘテロダイン方式の 2 方式を複合したトラッキングエラー検出方式（以下、乗算方式と呼ぶ）が提案されている。（第 54 回応用物理学学会学術講演予行集：28a-SF-16）この乗算方式は、4 分割光検出器を用い、受光面の分割線の一つをトラック方向に合わせ、この分割線を境界として一方の側にある 2 領域を領域 A と領域 D、他方にある 2 領域を領域 B と領域 C とし、領域 A、B、C、D からの出力信号を信号 A、B、C、D としたとき、次式の演算を行ってトラッキングエラー信号（T

ES) を生成するものである。

$$TES = A \times D - B \times C$$

応用物理学会での報告によると、この演算でトラッキングエラー信号を求めれば、トラックピッチ  $0.72 \mu\text{m}$ 、レーザ波長  $670 \text{nm}$ 、対物レンズの開口数  $0.60$  のシステムで、 $400 \mu\text{m}$  の対物レンズシフトに対して、オフセットがほとんど生じないことが示されている。しかし、実際には、単に (1) 式の演算を行っただけでは、対物レンズシフトの影響のうち以下に説明する効果を取り除くことはできない。すなわち、対物レンズの光ディスク半径方向のシフトによって生じる光強度の片寄り、光検出器上での情報トラックの方向と垂直な向きに対して起こり、例えば、情報トラックの方向と平行な分割線をはさんで A 及び D 側が強くなれば B 及び C 側が弱くなり、A 及び D 側が弱くなれば B 及び C 側が強くなるというように起こる。この影響は、(1) 式に示した演算の過程で乗算によって強調され、トラッキングエラー信号にオフセットが生じる。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来のトラッキングエラー信号検出方式の一つのプッシュプル法では、光ディスク半径方向の光ディスクの傾きやトラッキング動作による対物レンズシフトがあると誤差信号にオフセットが生じ、トラック追従精度が低下するという問題がある。オフセットの発生要因を抑える方法も幾つか提案されているが、狭トラックピッチの光ディスクに対しても安定したトラッキング制御を実現できる方法はまだ知られていない。一方、オフセットがほとんど発生しないという誤差の検出方法も提案されているが、この方式でも影響を除去できないオフセット発生要因があり、これの要因に依存するオフセットは残る。

【0012】 本発明は、狭トラックピッチの光ディスクに対しても対物レンズの移動や光ディスクの傾きなどによるオフセットが小さく、安定したトラッキング制御ができるようなトラッキングエラー信号の検出を可能とした光ディスク装置を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するため、本発明はトラッキングエラー検出用の 4 分割光検出器あるいは 2 分割光検出器の複数の出力信号に対して、オフセット成分を含む低周波領域の信号成分を除去するハイパスフィルタ処理を含んだ演算処理を行うことにより、トラッキングエラー信号を生成することを骨子とする。

【0014】 すなわち、第 1 の発明は光源からの光を情報トラックを有する光ディスクの情報記録面に集束させて情報トラック上に光スポットを照射し、光ディスクからの反射光を光検出器で検出して、その出力信号からトラッキングエラーを検出する光ディスク装置において、光検出器として受光面が光ディスクの情報トラック方向

\* \* 【0010】

(1)

に対応する方向に沿った第 1 の分割線および該第 1 の分割線とはほぼ直交する第 2 の分割線により 4 分割された受光領域を有する 4 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれ加算処理、ハイパスフィルタ処理および 2 乗演算処理を施した 2 つの信号の差を情報トラックに対する光スポットの照射位置の誤差を示すトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0015】 第 2 の発明は、光検出器として第 1 の発明と同様の 4 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および乗算処理を施した 2 つの信号の差をトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0016】 第 3 の発明は、光検出器として第 1 の発明と同様の 4 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および各々の最高繰返し周波数成分の位相を合わせて乗算する乗算処理を施した 2 つの信号の差をトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0017】 第 4 の発明は、光検出器として第 1 の発明と同様の 4 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 の分割線を境界として一方の側にある第 1、第 2 の受光領域との信号の組と、他方の側にある第 3、第 4 の受光領域の出力信号の組に対してそれぞれ 2 値化処理の後排他的論理和をとった 2 つの信号の差をトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0018】 第 5 の発明は、光検出器として受光面が光ディスクの情報トラック方向に対応する方向に沿った分割線により分割された第 1 および第 2 の受光領域を有する 2 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 および第 2 の受光領域の出力信号に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および 2 乗演算処理を施した 2 つの信号に差をトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0019】 第 6 の発明は、光検出器として第 4 の発明と同様の 2 分割光検出器を用い、この光検出器の第 1 および第 2 の受光領域の出力信号に対してそれぞれハイパスフィルタ処理および絶対値演算処理を施した 2 つの信号の差をトラッキングエラー信号として生成することを特徴とする。

【0020】 本発明においては、光検出器の各受光領域の出力信号に対して施すハイパスフィルタ処理として、

7

トラッキング制御帯域内の信号を十分減衰させる特性を持つハイパスフィルタ、あるいはカットオフ周波数がほぼトラッキング制御帯域以下で少なくとも光ディスクの回転数の周波数成分を十分減衰させる特性を持つハイパスフィルタを用いることが望ましい。

## 【0021】

【作用】このように本発明では、光検出器の複数の受光領域の各々の出力信号に対してトラックオフセットの要因となる成分を含む周波数帯域の信号をハイパスフィルタ処理により減衰させるか、あるいは除去することによって、オフセットの小さいトラッキングエラー信号を生成する。

【0022】ハイパスフィルタ処理を用いることでオフセットの小さいトラッキングエラー信号を生成できる理由について、図2を用いて説明する。図2(a)(b)は、情報再生信号のスペクトルおよび対物レンズの光ディスク半径方向の移動量のスペクトルの一例を示したものである。

【0023】対物レンズのシフトによるトラッキングエラー信号のオフセットは、高々トラッキングの制御帯域( $0 \sim f_{CH}(\text{Hz})$ )と同じ程度の周波数帯域を持つ。これは対物レンズのシフトが、光ディスクの偏心やスピンドルモータの軸振れ等によるトラック振れを追いかけるためのトラッキング制御によって起こるからである。また、光ディスクの半径方向の傾きによるトラッキングエラー信号のオフセットは、光ディスクの回転数( $f_0(\text{Hz})$ )の高々数倍から数十倍の周波数帯域内にある。これは光ディスクの半径方向の傾きが光ディスクの反り等の形状の歪みや、スピンドルモータの軸振れが原因で起こるためであり、ある程度以上の周波数の成分はほとんど生じ得ないからである。

【0024】本発明では、トラッキングエラー信号を求める演算に際して、これらのオフセットの含まれる帯域の信号をハイパスフィルタによって減衰させるか、あるいは取り除く。この場合、ハイパスフィルタの遮断周波数( $f_c$ )をトラッキング制御帯域内の信号をカットするように設定する( $f_{CH} < f_c < f_{SL}$ )と、存在し得るオフセットの周波数成分のほとんど全てを取り除くことができる。

$$TES = (P_{11} + P_{12})^2 - (P_{r1} + P_{r2})^2 \quad (2)$$

$$TES = |P_{11} + P_{12}| - |P_{r1} + P_{r2}| \quad (3)$$

$$TES = P_{11} \times P_{12} - P_{r1} \times P_{r2} \quad (4)$$

$P_{11}$ ,  $P_{12}$ ,  $P_{r1}$ ,  $P_{r2}$ : 光検出器の4つの出力に対してハイパスフィルタ処理を施した信号、のいずれかであり、2分割光検出器を用いる場合、

$$TES = P_{12} - P_{r2} \quad (5)$$

$$TES = |P_{11}| - |P_{r1}| \quad (6)$$

$P_1$ ,  $P_r$ : 光検出器の2つの出力に対してハイパスフィルタ処理を施した信号、のいずれかとなる。このような演算を行うことにより、ハイパスフィルタ処理により光ディスクの半径方向の傾き等に伴うオフセットの発生

8

\*【0025】このようにオフセットの発生原因を直接取り除けば、トラッキングエラー信号が対物レンズシフトや光ディスクの半径方向傾きの影響を受けることはない。オフセットの周波数成分としては、基本周波数成分(光ディスクの回転数  $f_0(\text{Hz})$ )と同じ周波数の成分が主であるので、最低限この周波数成分を除去するようにハイパスフィルタの遮断周波数を決めれば( $f_0 < f_c < f_{SL}$ )、オフセットの低減効果が得られる。

【0026】本発明によるハイパスフィルタを用いる手法は、オフセットの影響を軽減または除去する上で非常に効果的であるが、従来のプッシュプル方式には適用することはできない。プッシュプル法ではトラッキングエラー信号の帯域がオフセットの帯域と重なるため、ハイパスフィルタによってトラッキングエラー検出に必要なプッシュプル信号も除去されてしまい、トラッキングエラー信号が得られなくなるからである。

【0027】そこで、本発明ではトラッキングエラー信号は情報トラック方向に平行な分割線を持つ2分割ないし4分割の光検出器の各々の受光領域の出力信号に含まれる光ディスク上のマーク(ビット)に対応した情報再生信号成分から生成する。この情報再生信号成分は、通常トラッキング等の制御帯域( $0 \sim f_{CH}(\text{Hz})$ )より高い周波数領域( $f_{SL} \sim f_{SH}(\text{Hz})$ :  $f_{CH} < f_{SL}$ )にあるため、ハイパスフィルタを減衰されることなく通過して演算回路へと導かれる。

【0028】演算回路では、光検出器が4分割光検出器の場合は基本的に、トラック方向に平行な分割線に対して同じ側にある各々2つの受光領域の出力信号の組( $P_{11}$ ,  $P_{12}$ の組と  $P_{r1}$ ,  $P_{r2}$ の組)に対して、それぞれハイパスフィルタ処理と2乗演算処理(加算および乗算)あるいは絶対値演算処理を施してから、それらの差をとることにより、トラッキングエラー信号を生成する。2分割光検出器の場合は2つの受光領域の出力信号に対してハイパスフィルタ処理と2乗演算処理あるいは絶対値演算処理を施してから、それらの差をとることによりトラッキングエラー信号を生成する。これらのトラッキングエラー信号の演算式は、4分割光検出器を用いる場合、

を回避しつつ、情報再生信号の信号振幅に比例した成分を用いてトラッキングエラー信号を生成することができ、安定したトラッキング動作を実現できる。

## 【0029】

50

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

(第1の実施例) 図1に、第1の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。同図は光ディスクのトラッキングエラー検出に係る部分のみを示した図であり、それ以外のフォーカシング誤差検出系や対物レンズを動かすアクチュエータ、制御回路および信号処理回路等は省略されている。また、光検出器とその後のトラッキングエラー検出部分以外は、従来の技術で説明した図21と同様である。

【0030】すなわち、半導体レーザ等の光源13から発生された光は、コリメートレンズ14を介して平行光束になり、ビームスプリッタ15に入射する。ビームスプリッタ15を透過した光は、対物レンズ16によって光ディスク10の情報記録面11上に集束され、情報トラック12上に微細な光スポットとして照射される。光ディスク10に照射された光は情報記録面11で反射され、対物レンズ16を通り、再びビームスプリッタ15に入射する。ビームスプリッタ15で反射された光をファーストフィールドに置かれた光検出器17で光電変換し、この信号から以下のようにしてトラッキングエラー、すなわち情報トラック12に対する光スポットの照射位置の誤差を検出し、トラッキングエラー信号を生成する。

【0031】本実施例においては、(2)式に示した演算によりトラッキングエラー信号を生成する。すなわち、本実施例では光検出器17として4分割光検出器を用い、この光検出器17の4つの受光領域1711, 1712, 17r1, 17r2の出力信号 $P11'$ ,  $P12'$ ,  $Pr1'$ ,  $Pr2'$ のうち、 $P11'$ と $P12'$ を加算器271で加算し、 $Pr1'$ と $Pr2'$ を加算器27rで加算する。

【0032】そして、加算器271, 27rの出力信号をそれぞれハイパスフィルタ181, 18rに通し、光ディスク10の半径方向の傾きや対物レンズ16の光ディスク半径方向の移動によるオフセットを含む周波数成分を除去する。

【0033】次に、ハイパスフィルタ181, 18rの出力信号 $P1$ ,  $Pr$ をそれぞれ乗算器191, 19rで2乗して信号振幅に比例した信号成分を作り、減算器20で乗算器191, 19rの出力信号の差をとる。この段階では、減算器20の出力信号に情報再生信号の成分が含まれているため、ローパスフィルタ21でこの成分を除去し、トラッキングエラー信号を得る。

【0034】次に、本実施例におけるトラッキングエラー信号の生成方法を図3～図6を用いてさらに詳しく説明する。図1において、光ディスク10の情報記録面11上の光スポットが時間とともにマーク列の上を図3に示すように斜めに横切りながら移動していく場合を考える。図3において、12a～12cは複数のマーク40の列によって形成されている情報トラック、 $t_p$ は情報

トラック間隔、41, 42は光スポット、43はその軌跡を示している。なお、光スポット41は同時に図1の各部の信号波形を示す図4～図9の時刻 $t=0$ における光スポット位置を表わし、同様に光スポット42は時刻 $t=-5$ における光スポット位置を表している。

【0035】図1において、光検出器17上で情報トラックの方向に対応する方向(以下、単にトラック方向と呼ぶ)に平行な分割線17Yに対して、一方の側にある受光領域1711と1712を第1、第2の領域 $L1$ ,  $L2$ とし、他方の側にある領域17r1と17r2を第3、第4の領域 $R1$ ,  $R2$ とし、これらの領域 $L1$ ,  $R1$ ,  $R2$ ,  $L2$ の出力信号を $P11'$ ,  $Pr1'$ ,  $Pr2'$ ,  $P12'$ とし、またこれらの信号をハイパスフィルタ181, 18rと同じ帯域通過特性を持つフィルタを通した信号を $P11$ ,  $Pr1$ ,  $Pr2$ ,  $P12$ とすると、これらは図4および図5に示す様な波形となる。

【0036】なお、図1では加算器271, 27rで加算した後に、ハイパスフィルタ181, 18rを通すようにしているが、ここでは説明のためハイパスフィルタで処理した後で加算するモデルを用いている。このように処理の順序を入れ替えても結果に変わりはないことは明らかである。

【0037】図5より、トラック方向に平行な分割線17Yに対して、同じ側にある2領域の出力信号( $P11$ と $P12$ あるいは $Pr1$ と $Pr2$ )は、位相はずれているが信号振幅はほぼ等しいことが分かる。一方、分割線17Yに対して向かい合う2領域の出力信号( $P11$ と $Pr1$ あるいは $Pr2$ と $P12$ )は、位相は互いにほぼ揃っているが、信号振幅のバランスは光スポットと情報トラックの位置関係の変化によって変化する。そこで、トラッキングエラー信号を得るには、トラック方向に平行な分割線17Yに対して互いに向かい合う2つの領域の出力信号の信号振幅の差を検出すれば良い。

【0038】図6に、図5の信号をもとに加算を行った後の信号波形の例を示す。ここで、 $P1 = P11 + P12$ ,  $Pr = Pr1 + Pr2$ である。加算した信号波形の信号振幅は $P1$ ,  $Pr$ の両者とも加算前と同様に光スポットと情報トラックの位置関係の変化によって変化する。そこで、それぞれを乗算器191, 19rにより2乗することで、信号振幅に比例する信号成分をつくった後、減算器20で両者の差をとり、さらに該信号成分をローパスフィルタ21で取り出すことで、図7に示すようなトラッキングエラー信号を得ることができる。

【0039】なお、ハイパスフィルタ181, 18rの遮断周波数は、光ディスク10に記録されている情報信号の帯域で信号の減衰がなく、トラッキング制御の帯域で減衰が大きくなるように決めればよい。例えば、記録されている情報信号の変調方式が4/9変調方式

((3, 17) RLL: Run-Length-Limited)で、チャネルクロック(基本クロック)が28.6(MHz)の



11

場合を例にとると、情報信号の最粗パターンの基本周波数は0.8 (MHz) となる。この場合、トラッキング制御帯域として3 kHzを確保するには、ハイパスフィルタ181, 18rの遮断周波数は50 (kHz) 程度でよい。また、ローパスフィルタ21の遮断周波数は、逆にトラッキング制御の帯域では信号の減衰がなく、情報信号の帯域で減衰が大きくなるように決める。この例では、ハイパスフィルタと同じ50 (kHz) 程度でよい。これらハイパスフィルタとローパスフィルタの遮断周波数の設定は、以下の説明する他の実施例においても同様でよい。

【0040】(第2の実施例) 図10に、第2の実施例に係るトラッキングエラー検出系およびフォーカスエラー検出系の構成を示す。本実施例では、光検出器17の前に非点収差光学系26が付加され、さらに加算器27f, 27g、減算器28およびローパスフィルタ29からなるフォーカスエラー検出系が追加されている点が図\*

$$TES = P11(t-dl) \times P12(t) - Pr1(t-dr) \times Pr2(t) \quad (7)$$

d1, dr: 位相合わせのための時間遅れ量  
ハイパスフィルタ1811, 1812, 18r1, 18r2の出力信号P11, P12, Pr1, Pr2のうち、P11とP12, Pr1とPr2の位相関係を位相の進んでいる信号(ここでは、P11とPr1と仮定して説明する)の位相を位相遅れ素子241, 24rにより遅らせることで合わせる。こうして位相を合わせた信号を乗算器191と19rで掛け合わせ、減算器20、ローパスフィルタ21を通して誤差信号を得る。なお、位相合わせの際にはP11とP12の位相を合わせ、Pr1とPr2の位相を合わせるが、位相合わせの後のP11とPr1の位相が一致している必要はない。また、位相遅れ素子241, 24rとハイパスフィルタ1811, 1812, 18r1, 18r2の順序は逆であってもかまわない。位相遅れ素子241, 24rとしては、遅延素子あるいは低域通過特性を持つ移相フィルタなどを用いることができる。

【0043】図1に示した実施例では、加算器271, 27rで加算する前の信号の位相差が大きい場合、加算を行う段階で信号振幅が低下してしまうため、トラッキングエラー信号の振幅が小さくなり、SN比が十分とれなくなることがあるが、本実施例によればこの点が改善される。

【0044】すなわち、本実施例では4分割光検出器17のトラック方向に平行な分割線17Yに対して同じ側にある2領域の出力信号の最高繰り返し周波数成分の位相を位相遅れ素子241, 24rで合わせてから乗算器191, 19rで乗算を行っている。このように位相を合わせて乗算を行うことにより、2乗演算とはほぼ等価な演算を行うことができ、トラッキングエラー信号を検出することができる。

【0045】図8に、P11とP12の位相を合わせ積

12

\*1に示した実施例と異なる。このように本実施例によると、トラッキングエラー検出系の光検出器17を用いて同時に非点収差法によるフォーカスエラーの検出も可能となり、光ピックアップ全体の光学系を小型かつ低コストで作ることが可能になる。

【0041】なお、本実施例においても図1に示した実施例と同様、加算とハイパスフィルタ処理の順序を逆にしてもかまわない。

(第3の実施例) 図11に、第3の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。光学系および光検出器17は、図1の実施例と同様である。本実施例では、ハイパスフィルタ1811, 1812, 18r1, 18r2の出力信号P11, P12, Pr1, Pr2を時間の関数と見たときに、次式に相当する演算を行ってトラッキングエラー信号を得る。

【0042】

をとったものをP12、Pr1とPr2の位相を合わせて積をとったものをPr2とし、両者の差をとって得たトラッキングエラー信号波形の例を示す。この場合は、第1の実施例と比べると加算を行わないため、乗算器191, 19rに入力する信号の振幅は小さいが、位相差合わせを行うため、第1の実施例と異なり、位相差が大きい場合にも確実にトラッキングエラーを検出することができる。

【0046】(第4の実施例) 図12に、第4の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。光学系および光検出器17は図1の実施例と同様である。本実施例では、4分割光検出器17の出力信号P11', P12', Pr1', Pr2'信号をそれぞれハイパスフィルタ1811, 1812, 18r1, 18r2に通し、その出力信号P11, P12, Pr1, Pr2のうちP11とP12, Pr1とPr2をそのまま乗算器191と19rで掛け合わせ、減算器20、ローパスフィルタ21を通してトラッキングエラー信号を得る。

【0047】本実施例は、(1)式と同様の(4)式に示した演算によってトラッキング信号を生成するものである。本実施例においても、基本的には第1の実施例と同様に、乗算処理を行うことで情報再生信号の信号振幅に比例した信号成分を作り出し、減算によってトラッキングエラー信号を作る。図9に、図5の信号をもとに本実施例で生成したトラッキングエラー信号の例を示す。

【0048】本実施例では、位相のずれた信号同士を掛け合わせるため、位相を合わせる第3の実施例や2乗をとる第1の実施例に比べて、得られるトラッキングエラー信号の信号振幅が小さくなるが、一方でP11とP12の位相ズレ量とPr1とPr2の位相ズレ量の差が、光ビームがトラック中心から離れると大きくなる(つまり、P11とP12の位相ズレ量とPr1とPr2の位

13

相ズレ量が等しくなくなる) ため、この効果を利用してトラッキングエラー検出の利得を大きくとることができるという利点がある。

【0049】(第5の実施例) 図13に、第6の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。本実施例は、トラッキングエラー検出のための演算処理にデジタル論理回路を使用したものである。すなわち、光検出器17の4つの領域からの出力信号511, 512, 513, 514をハイパスフィルタ515, 516, 517, 518に通し、その出力信号を2値化回路519, 520, 521, 522でデジタル化する。2値化回路519, 520の出力信号を排他的論理和523に入力し、その演算出力をローパスフィルタ525でアナログ量に変換する。

【0050】2値化回路521, 522の出力信号も同様に、排他的論理和524に入力し演算出力をローパスフィルタ526でアナログ量に変換する。ローパスフィルタ525の出力信号とローパスフィルタ526の出力信号を減算器527に入力し、その差を演算してトラッキングエラー信号528を得る。

【0051】図14に、図13の構成において光ビームが読み出しトラック中心から外れた場合の各部の信号波形の例を示す。光検出器17の受光領域1711の出力信号511と受光領域1712の出力信号512との位相差は、光ビームがトラック中心から外れたため、受光領域17r1の出力信号513と受光領域17r2の出力信号514との位相差より大きくなっている。2値化回路519, 520の出力信号は、排他的論理和523へ入力される。位相差は排他的論理和523の出力信号のパルス長(デューティ比)として検出され、ローパスフィルタ525でアナログ量に変換される。そして、ローパスフィルタ525と526の出力信号の差を減算器527で演算してトラッキングエラー信号528を得る。

【0052】本実施例によると、第4の実施例で述べたトラッキングエラー検出の利得が高いという効果を更に積極的に利用し、トラッキングエラーを検出している。すなわち、受光領域1711と1712の出力信号をそれぞれ2値化した後、排他的論理和回路に入力し、デジタルで演算を行ってその後ローパスフィルタを通すことで両者の位相差に比例した(アナログ)信号を検出する。受光領域17r1と17r2の出力信号についても同様の演算を行って、両者の位相差に比例した信号を検出する。これら2つの差をとることで、受光領域1711と1712の出力信号の位相ズレ量と受光領域17r1と17r2の出力信号の位相ズレ量の差を検出し、トラッキングエラー信号を得る。このようにすることで、第4の実施例と同様に高いトラッキングエラー検出利得が得られる。

【0053】(第6の実施例) 図15に、第6の実施例

14

に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。本実施例は、(5)式に示した演算によりトラッキングエラーを検出するものである。すなわち、本実施例では光検出器22として2分割光検出器を用い、この光検出器22の2つの受光領域221, 22rの出力信号P1', P1, P2', P2をまずハイパスフィルタ181, 18rに通し、光ディスク10の半径方向の傾きや対物レンズ16の光ディスク半径方向の移動によるオフセットを含む周波数成分を除去する。次に、ハイパスフィルタ181, 18rの出力信号P1, P2をそれぞれ乗算器191, 19rで2乗して信号振幅に比例した信号成分を作り、減算器20で2つの乗算器191, 19rの出力信号の差をとる。この段階では、減算器20の出力信号に情報再生信号の成分が含まれているため、この成分をローパスフィルタ21で除去し、トラッキングエラー信号を得る。

【0054】本実施例は、実質的に図1に示した第1の実施例と等価である。すなわち、図15における2分割光検出器22の受光領域221, 22rの出力信号は、図1における加算器271, 27rの出力信号と等価である。

【0055】このように本実施例によると、光学系の構成は従来例と変わらず、トラッキングエラー検出部分の回路構成も簡素かつ低コストに実現できる。なお、トラッキングエラー信号を求める演算の中の減算とローパスフィルタ処理は2乗演算の後にであれば良く、相互の順序は逆でもかまわない。但し、本実施例で示した順序にすると、ローパスフィルタが1個で済むため、回路構成を簡単にすることができる。

【0056】(第7の実施例) 図16に、第7の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。光学系の構成は図15の実施例と同様である。本実施例は

(6)式に示した演算によりトラッキングエラーを検出するものである。すなわち、本実施例においては図11における乗算器191, 19rの代わりに絶対値演算回路401, 402を用い、これらの絶対値演算回路401, 402の出力信号の差を減算器20でとり、これをローパスフィルタ21に通してトラッキングエラー信号を得る。

【0057】図17は絶対値演算回路401の構成例を示したものであり、2つの演算増幅器411, 412に抵抗とダイオードを組合わせた回路により入力電圧の絶対値を検出する公知の構成である。

【0058】(第8の実施例) 図18に、第8の実施例に係るトラッキングエラー検出系の構成を示す。光学系は図15の実施例と同様であるので、この図では省略し、光検出器22とそれ以降の信号検出系のみを示している。本実施例では、ハイパスフィルタ181, 18rの出力信号P1, P2を加算器30で加算した後、2値化回路31で2値化した信号PsをP1, P2のそれぞれに乗算器191, 19rで掛け合わせることで、P



15

1, Prに対してそれぞれ絶対値演算を行っている。乗算器191, 19rに輸入される信号波形の例を図19、図20に示す。ここでは、2値化回路31の出力信号Psをゼロを中心として正の値と負の値を持つ2値信号としているが、正の値とゼロの2値であってもかまわない。

#### 【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば対物レンズの光ディスク半径方向のシフトや光ディスクの半径方向の傾き等に伴うオフセットが小さい安定したトラッキングエラー信号を得ることができる。したがって、このトラッキングエラー信号を用いてトラッキング制御を行えば、トラックピッチが狭く、線記録密度が高い光ディスクに対しても、十分に安定したトラッキング制御が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図2】情報再生信号のスペクトルと対物レンズ移動量のスペクトルの例を示す図

【図3】本発明によるトラッキングエラー検出原理を説明するための光スポットと情報マークの位置関係のモデルを示す図

【図4】図1における4分割光検出器の出力信号波形を示す図

【図5】図4の信号にハイパスフィルタ処理を行った信号波形を示す図

【図6】図5の信号に加算と2乗演算およびローパスフィルタ処理を行った信号波形を示す図

【図7】第1の実施例におけるトラッキングエラー信号波形を示す図

【図8】第3の実施例におけるトラッキングエラー信号波形を示す図

【図9】第4の実施例におけるトラッキングエラー信号波形を示す図

【図10】第2の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系およびフォーカスエラー検出系の構成を示す図

【図11】第3の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図12】第4の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

16

【図13】第5の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図14】第5の実施例におけるトラッキングエラー検出原理を説明するための図

【図15】第6の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図16】第7の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図17】図16における絶対値検出回路の構成を示す図

【図18】第8の実施例に係る光ディスク装置におけるトラッキングエラー検出系の構成を示す図

【図19】図18における第1の乗算器の出力信号波形を示す図

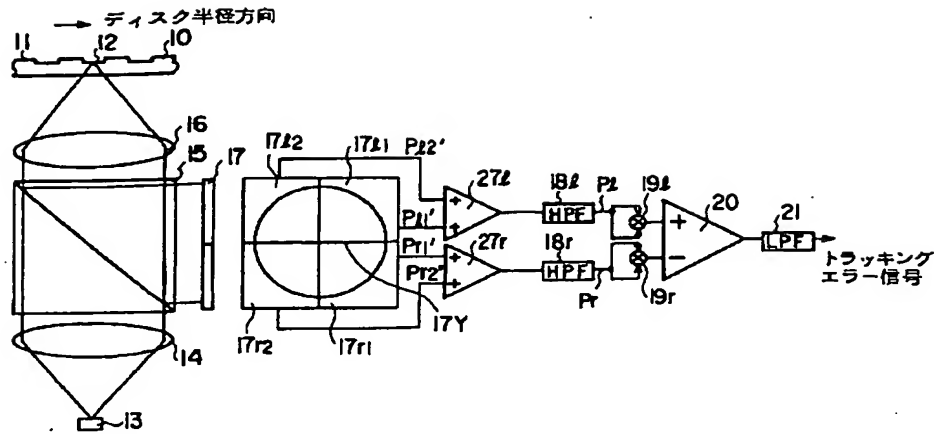
【図20】図18における第2の乗算器の出力信号波形を示す図

【図21】従来のトラッキングエラー検出法の一例を説明するための図

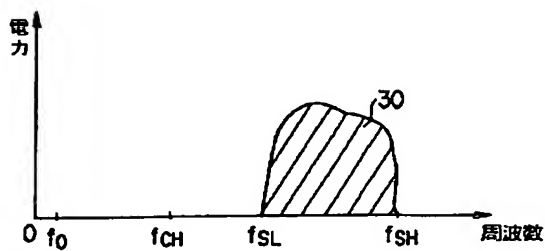
#### 【符号の説明】

- 10…光ディスク
- 11…情報記録面
- 12…情報トラック
- 13…光源
- 16…対物レンズ
- 17…4分割光検出器
- 1711…第1の受光領域L1
- 1712…第2の受光領域L2
- 17r1…第3の受光領域R1
- 17r2…第4の受光領域R2
- 17Y…受光領域の分割線
- 1811, 1812, 18r1, 18r2…ハイパスフィルタ
- 191, 19r…乗算器
- 22…2分割光検出器
- 22Y…受光領域面の分割線
- 211…第1の受光領域L
- 22r…第2の受光領域R
- 241, 24r…位相合わせのための遅延素子あるいは低域通過特性を持つ移相フィルタ
- 401, 402…絶対値演算回路
- 515, 516, 517, 518…ハイパスフィルタ
- 519, 520, 521, 522…2値化回路

【図 1】

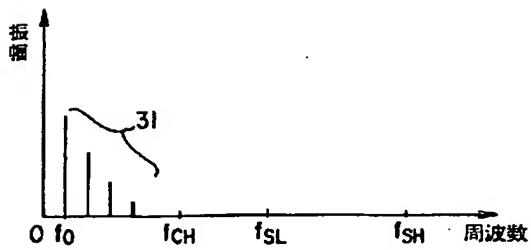
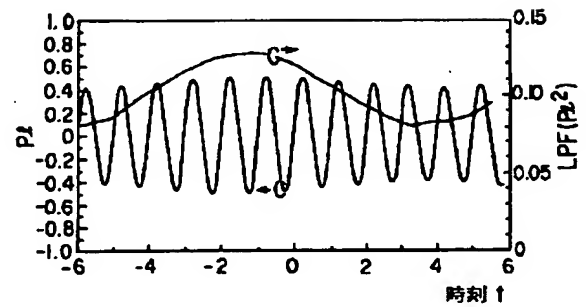


【図 2】

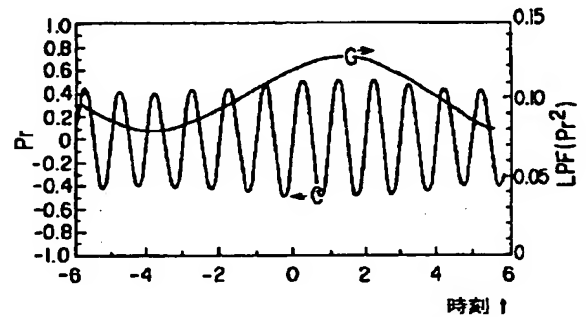


(a) 情報再生信号のスペクトル

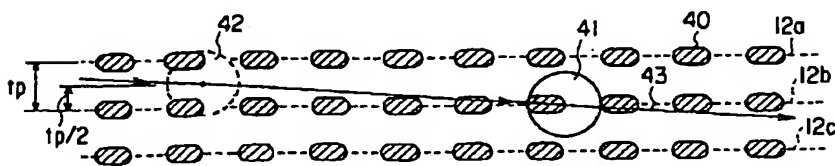
【図 6】



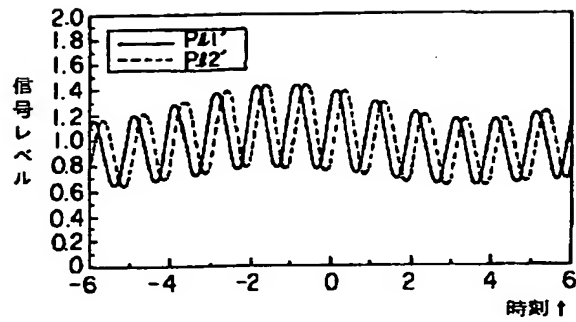
(b) トラッキング制御等にもなう対物レンズのディスク半径方向移動量のスペクトル



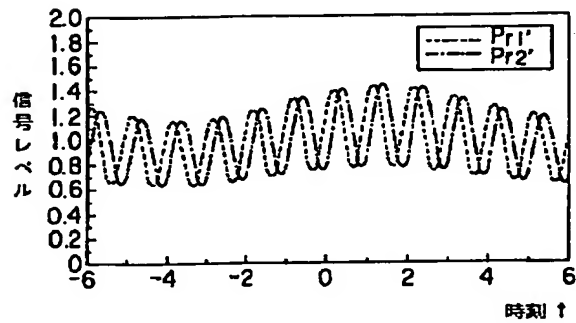
【図 3】



【図4】

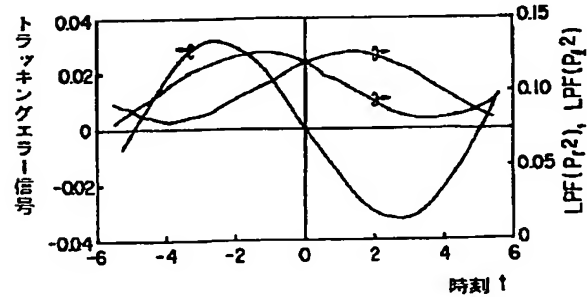


(a)

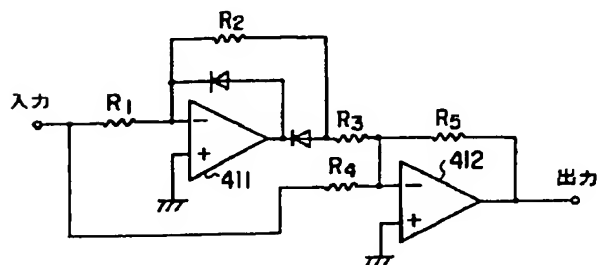


(b)

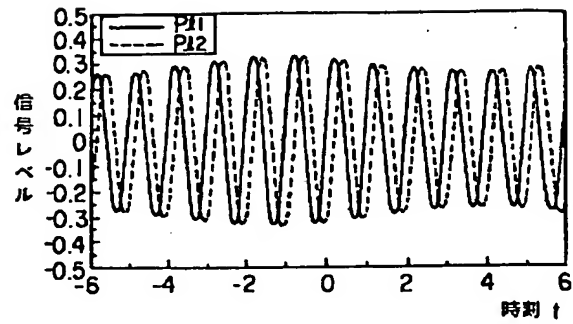
【図7】



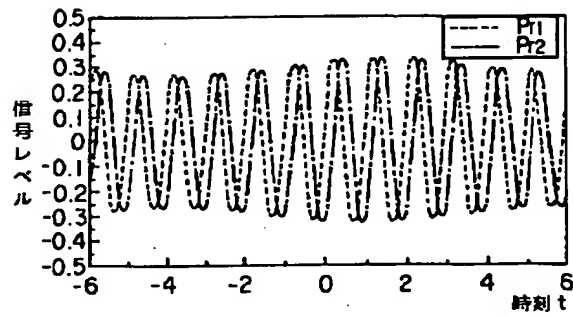
【図17】



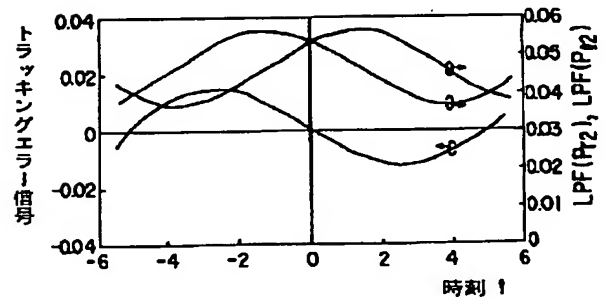
【図5】



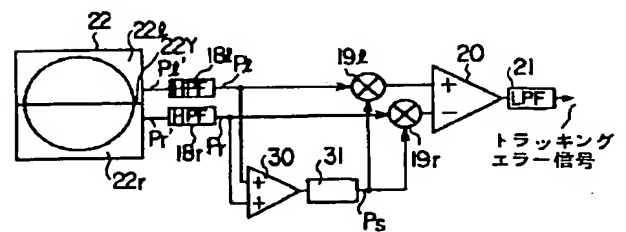
(a)



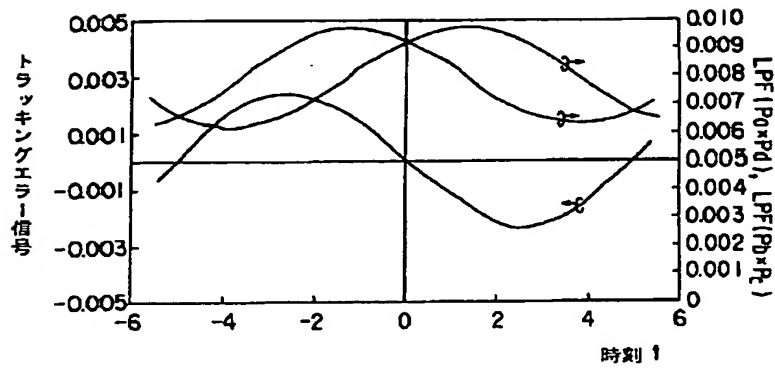
【図8】



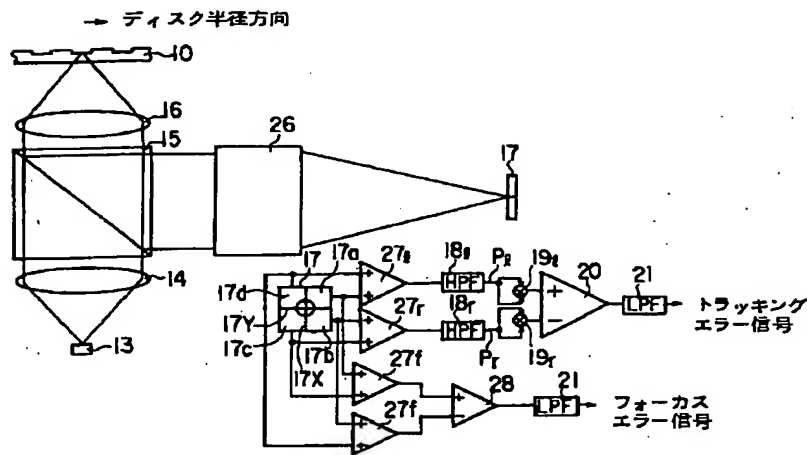
【図18】



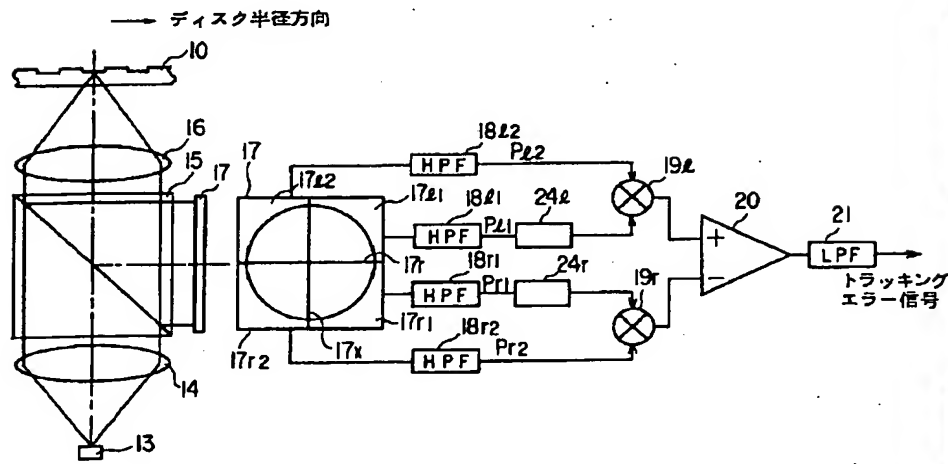
【図 9】



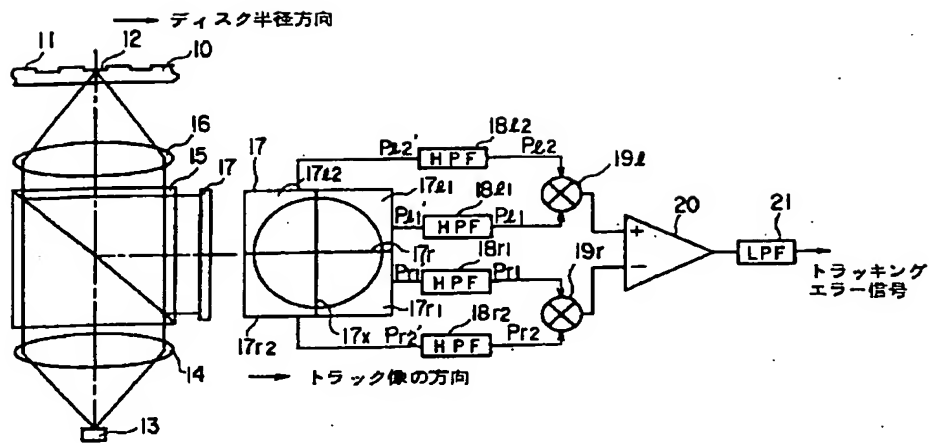
【図 10】



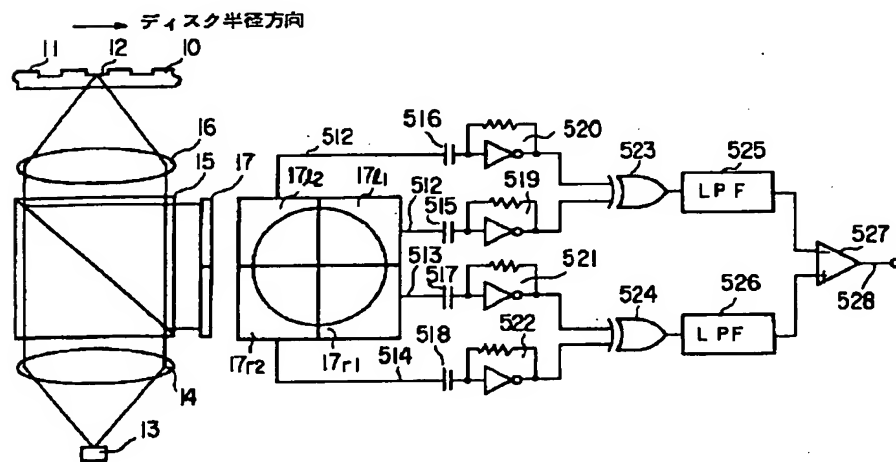
【図 11】



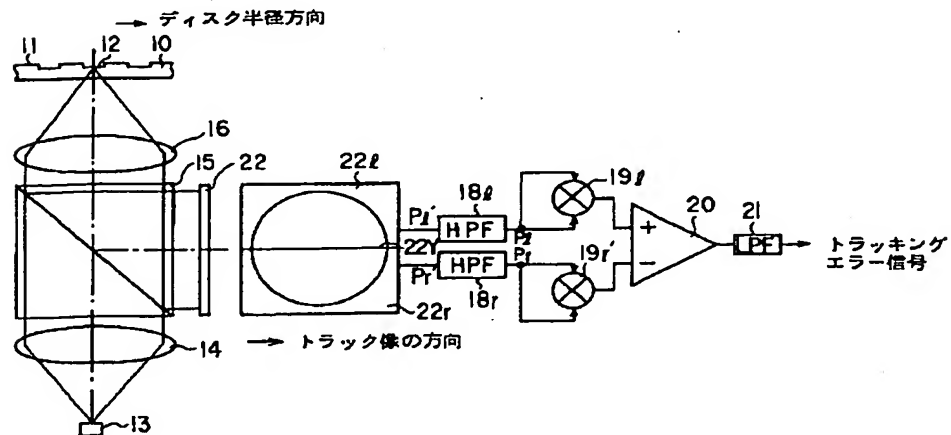
【図 12】



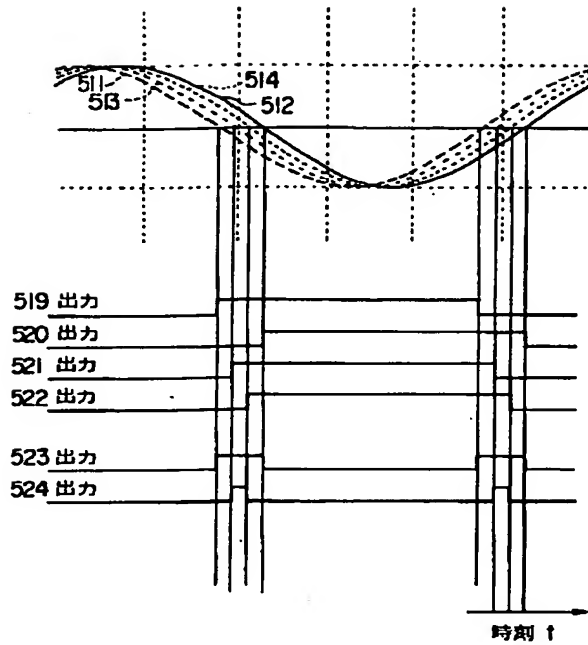
【図 13】



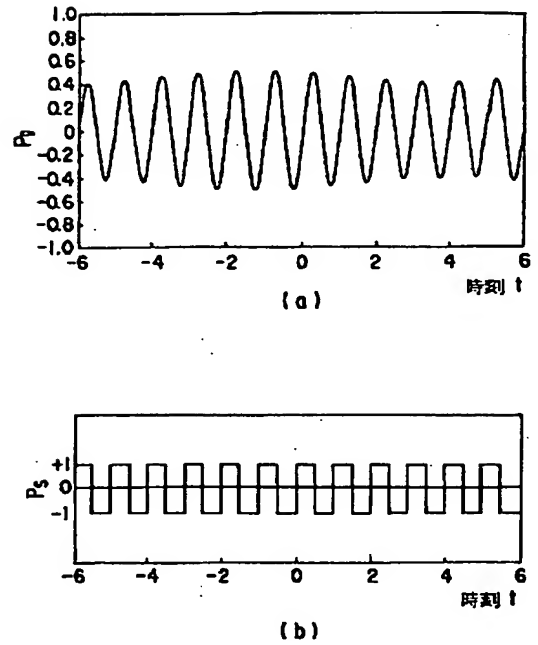
【図 15】



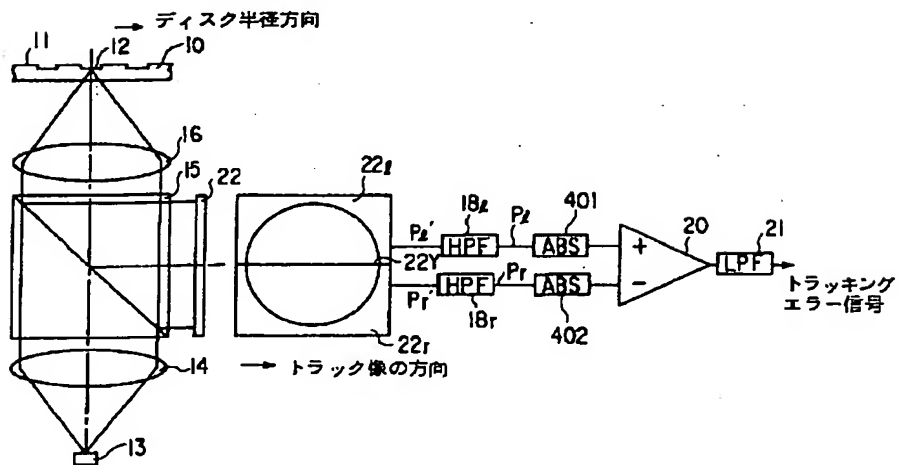
【図 14】



【図 19】

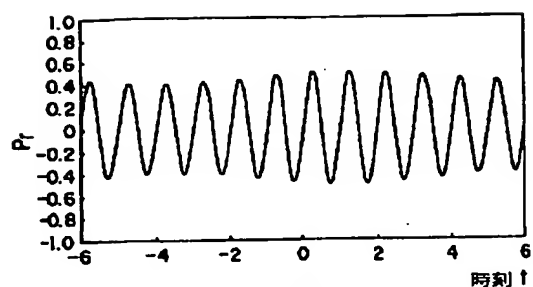


【図 16】

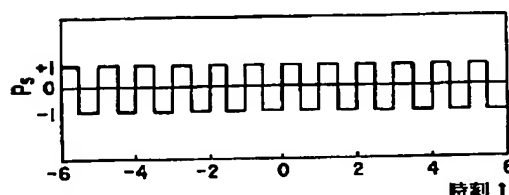




【図 20】

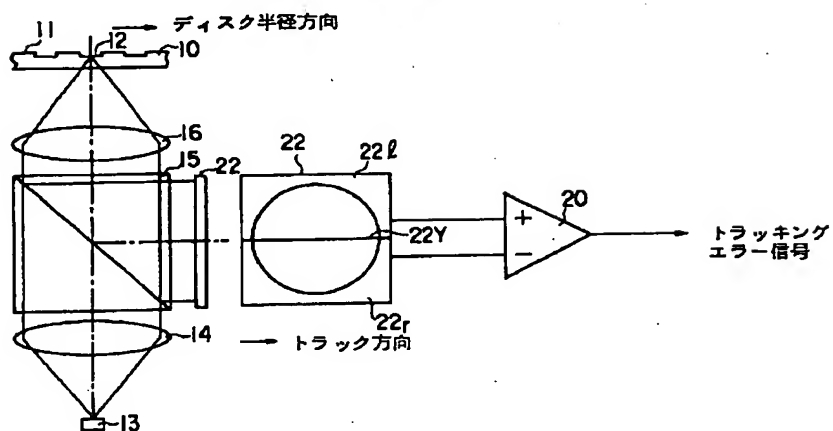


(a)



(b)

【図 21】



フロントページの続き

(72)発明者 藤本 定也  
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72)発明者 菅谷 寿鴻  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内